

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表平 1 1 - 5 1 1 5 4 6

(43) 公表日 平成11年(1999)10月5日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
F 2 6 B 13/10

識別記号

F I  
F 2 6 B 13/10 Z

審査請求 未請求 予備審査請求 有

(全 3 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-512750  
(86) (22) 出願日 平成8年(1996)9月9日  
(85) 翻訳文提出日 平成10年(1998)3月17日  
(86) 国際出願番号 PCT/US96/14435  
(87) 国際公開番号 W097/11328  
(87) 国際公開日 平成9年(1997)3月27日  
(31) 優先権主張番号 08/536, 593  
(32) 優先日 1995年9月18日  
(33) 優先権主張国 米国 (U S)  
(31) 優先権主張番号 08/699, 522  
(32) 優先日 1996年9月4日  
(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 ミネソタ・マイニング・アンド・マニュ  
ファクチャリング・カンパニー  
アメリカ合衆国55144-1000ミネソタ州セ  
ント・ポール、スリーエム・センター  
(72) 発明者 ヒュールズマン, ゲイリー・エル  
アメリカ合衆国55133-3427ミネソタ州セ  
ント・ポール、ポスト・オフィス・ボック  
ス33427  
(72) 発明者 コルブ, ウィリアム・ビー  
アメリカ合衆国55133-3427ミネソタ州セ  
ント・ポール、ポスト・オフィス・ボック  
ス33427  
(74) 代理人 弁理士 青山 葆 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 被覆基材乾燥システム

(57) 【要約】

基材 (1 6) を乾燥するための方法および装置 (1 0) は、乾燥されている基材面の基材に近接して配置された凝縮表面 (2 2) を使用する。基材からの液体は、蒸発させられ、次に適用された対流を利用することなく凝縮表面 (2 2) 上で凝縮される。凝縮された液体は、凝縮表面から除去されるが、凝縮された液体は液体状態のままである。蒸発は、適用された対流を利用しないで基材 (1 6) を加熱することによって実行することができる。

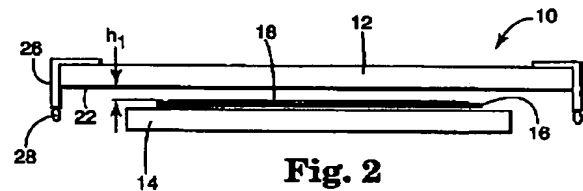


Fig. 2

**【特許請求の範囲】**

1. 長手方向の基材の通路に実質的に対応して前記基材と凝縮表面との間に長手方向のギャップを形成するように、前記基材から間隔を空けて凝縮表面を配置するステップと、

蒸気を発生すべく前記基材から液体を蒸発させるステップと、

適用された対流を必要としないで前記凝縮表面に前記蒸気を輸送するステップと、

凝縮液を生成すべく前記凝縮表面上で蒸気を凝縮させるステップと、

重力より大きな力を利用して、凝縮液膜の不均質を起こさせることなく前記凝縮表面から前記凝縮液を除去するステップと、を備えた被覆された基材を乾燥する方法。

2. 前記基材の上、および前記基材から 5 mm 未満の、少なくとも一方に前記凝縮表面を配置するステップをさらに含む、請求の範囲第 1 項に記載の方法。

3. 前記除去ステップが、少なくとも一方の凝縮表面側縁部に向かって前記凝縮液を移動させるステップを含む、請求の範囲第 1 項に記載の方法。

4. 前記除去ステップが、重力が利用されて前記凝縮表面から前記凝縮液を除去できるように被覆された基材の少なくとも一方の横側に前記凝縮表面を傾斜させるステップ、および機械的剪断力を利用するステップの少なくとも一方のステップを含む、請求の範囲第 1 ～ 3 項のいずれかに記載の方法。

5. 前記凝縮表面が、複数の別々の凝縮表面から形成され、少なくとも一つの凝縮表面が、被覆された基材の少なくとも一方の横側の上に傾斜して配置された凝縮プラテン上に形成され、少なくとも二つの他の凝縮表面が、シートの上部表面および下部表面上に形成され、前記凝縮プラテンの下に配置され、前記凝縮プラテンの下部縁と直面する下部縁の水平位置からそれて傾けられるように配置され、前記除去ステップが、表面張力によって前記凝縮表面上に凝縮液を保持するステップと、前記凝縮液が被覆された基材の縁を越えるまでシートの上部表面を階段状に伝って凝縮液を下方に運ぶのに重力を利用するステップと、隣接シート間の重複領域にシートの下部表面上の凝縮液を輸送するステップと、隣接シ

ト間のスロットによって生成された毛細管現象の力を利用して、前記スロット内に前記凝縮液を引き込み、そこから前記凝縮液は次のシートの上部表面に移動され、重力がそれを階段状に被覆基材の縁まで運ぶステップとを含み、前記シートの下部表面上の凝縮液が、前記被覆基材に再落下しない、請求の範囲第1～3項のいずれかに記載の方法。

6. 前記除去ステップが、一方の凝縮表面として被覆された基材の上に配置された凝縮プラテンを使用するステップと、他方の凝縮表面として前記凝縮プラテンの下に間隔を空けて配置された小孔シートの上部表面および下部表面を使用するステップとを含み、前記凝縮プラテンと小孔シートとの間の間隔の幅と、シートの小孔のサイズと、表面張力を起こして前記凝縮表面上に前記凝縮液を保持させるために前記小孔シート上の開口部分と中実部分との比率とを選択するステップをさらに含む、請求の範囲第1～3項のいずれかに記載の方法。

7. 長手方向の基材の通路に実質的に対応して前記基材と凝縮表面との間に長手方向のギャップを形成するように、基材から間隔を空けて配置された凝縮表面と、

蒸気を発生すべく前記基材から液体を蒸発させる手段と、

適用された対流を必要としないで前記凝縮表面に前記蒸気を輸送する手段と、

凝縮液を生成すべく前記凝縮表面上で前記蒸気を凝縮させる手段と、

重力より大きな力を利用して、凝縮液膜の不均質を起こさせることなく前記凝縮表面から前記凝縮液を除去する手段と、を備えた被覆された基材を乾燥する装置。

8. 前記凝縮表面が前記基材の上、および前記基材から5 mm未満の少なくとも一方に配置される、請求の範囲第7項に記載の装置。

9. 前記除去手段は、表面張力が前記凝縮表面上に前記凝縮液を保持し、重力が利用されて前記凝縮表面から前記凝縮液を除去できるように被覆された基材の少なくとも一方の横側に前記凝縮表面を傾斜させる手段、小孔材料の凝縮表面を形成する手段、およびワイパーの少なくとも1つを含む、請求の範囲第7および8項のいずれかに記載の装置。

10. 前記凝縮表面が、少なくとも0.05cmだけ互いに重複して且つ0.01~0.25cmのスロットだけ重複領域で間隔が空けられて配置される複数のシートを含み、前記凝縮表面上で凝縮する蒸気が表面張力によって前記凝縮表面上で保持され、前記凝縮液が被覆基材の縁を越えるまで重力が前記凝縮液を前記シートの各上部表面を伝って階段状に下方に運び、前記シートの下部表面上の凝縮液が、隣接シート間の重複領域に輸送され、隣接シート間のスロットによって発生される毛細管現象の力が前記凝縮液を前記スロット内に引き込み、そこから前記凝縮液は、次のシートの上部表面に運ばれ、重力によって被覆基材の縁まで階段状に運ばれ、前記シートの下部表面上の凝縮液が前記被覆された基材に再落下しない、請求の範囲第7および8項のいずれかに記載の装置。

11. 前記凝縮表面が、複数の別々の凝縮表面から形成され、少なくとも一つの凝縮表面が、被覆された基材の上に配置された凝縮プラテン上に形成され、少なくとも二つの他の凝縮表面が、前記凝縮プラテンの下に間隔を空けて配置された小孔シートの上部表面および下部表面上に形成される、請求の範囲第7および8項のいずれかに記載の装置。

12. 前記ギャップの高さと、前記被覆基材および凝縮表面の間の温度差とを制御することによって乾燥速度を制御する手段をさらに含む、請求の範囲第7および8項のいずれかに記載の装置。

13. 前記凝縮表面が、平面プレート、溝付きプレート、チューブ、またはフィン of の少なくとも1つから形成される、請求の範囲第7および8項のいずれかに記載の装置。

**【発明の詳細な説明】****被覆基材乾燥システム****技術分野**

本発明は、質量およびエネルギーを輸送し、基材上のコーティングを乾燥するための方法および装置に関する。厳密には、本発明は、包囲された領域内で質量およびエネルギーを輸送することと、基材を乾燥させることとに関する。

**背景技術**

ウェブなど、コーティングされた基材を乾燥するには、コーティングにエネルギーを供給し、次に蒸発した液体を除去しなければならない。コーティングから蒸発させられる液体は、有機溶剤系や、水性溶剤系を含む無機系などの溶剤を含む任意の液体であっても良い。対流、伝導、輻射、およびマイクロ波エネルギーがコーティングされたウェブにエネルギーを供給するために使用される。適用された対流、または強制的に送られた気体流が、蒸発した液体を除去するために使用される。適用された対流は、電力の入力によって生成され、計画的に起こされた対流として定義される。これは、ウェブの運動によりまれに起こる対流、自然対流、および他の避けがたい力は除外する。水蒸気など、蒸気が非毒性である場合には、その蒸気は、周囲環境に急速蒸発させることによって取り除かれる。

対流乾燥技術では、大量の、不活性、またはそうではない気体が、気体／液体界面から蒸発した液体を除去するのに必要となる。これらの乾燥法は、乾燥される被覆ウェブと乾燥容器の上部との間に大きな空間が、大量の気体流を与えるために必要となる。乾燥は、特に、気体／液体界面における拡散、対流、移動ウェブからの境界層空気および衝突空気の流れ、蒸気濃度、および液体－蒸気状態変化対流などの要因によって決定される。これらの現象は、被覆されたウェブのすぐ上で、典型的に表面から 15 cm 以内のところで起こる。従来の乾燥法は被覆されたウェブ上に広い空間を有し、それらは全気体流の平均速度と温度しか制御できないので、それらは、気体／液体界面近辺でのこれらの現象を制御する能力に限界があった。

有機溶剤系の場合、これらの全気体流の蒸気濃度は、低く、典型的に 1 ～ 2 %

に保たれて、蒸気／気体混合物の引火限界以下に留める。これらの大量の気体流は、処理過程から蒸発した液体を取り除くためのものである。これらの気体を封じ込め、加熱し、加圧するのに掛かる費用は、乾燥コストの大部分を占めることとなる。これらの大量の気体流を不要にすることができれば好都合となる。

これらの気体流は、大規模熱交換器、または拭いブレードを備えたチルドロールを使用して、排出前に凝縮システムに導かれて、蒸気を抽出することができる。これらの凝縮システムは、全気体流内の被覆ウェブから比較的遠く離れたところに設置される。この気体流が低蒸気濃度であるために、これらのシステムは、大規模、且つ高価であり、低温で操作されなければならない。

蒸気濃度が高い、被覆された基材に近いところにこの凝縮システムを配置できれば好都合である。但し、従来の熱交換器は、それらが傾けて設置されていない、あるいは回収容器を備えていなかった場合、重力によって、凝縮された液体を被覆表面上に再度排出し、製品の品質に悪影響を及ぼすこととなる。それらが回収容器を備えていた場合、それらは高濃度ウェブ表面から単離されることとなる。それらが傾けて設置されていた場合でも、滴のしたたりが尚も問題となろう。従来の熱交換器は、ウェブ通路をたどって、乾燥条件を制御するように平面的でもない。

米国特許第4,365,423号では、乾燥されるウェブ上の小孔表面を利用して、大量の気体流によって生成される乱れからコーティングを遮蔽して、まだらとなるのを防止する乾燥システムが記載されている。但し、このシステムは、適用された対流を排除せず、二次的低効率溶剤回収法を用いる必要があり、乾燥速度を低減した。乾燥速度が低減したため、この発明は、乾燥長の5～25%のみにこの遮蔽を利用することを教示する。

独国特許公報第4009797号では、蒸発した液体を除去するために乾燥容器内に配置された溶剤回収システムを開示している。拭いブレードを備えたチルドロールは、ウェブ表面の上に配置され、液状の蒸気を除去する。適用された対流は、蒸発した液体を何も除去しない。但し、このロールは、乾燥器長の一部の短い区域の表面に近接した高蒸気濃度内においてのみ有効である。これは、気体

／液体界面における条件の最適制御を提供しない。事実、このロールが回転すると、ウェブ表面の近くに乱れを起こし得る。このシステムは、乾燥システム内を移動する際にその形状を被覆されるウェブの一連の平坦な表面に適応することもできない。故に、このシステムは、小さな平面ギャップで動作して乾燥条件を制御することができず、最適な凝縮効率を達成することができない。

英国特許第1 4 0 1 0 4 1号では、被覆される基材に近接した加熱および凝縮プレートを使用することによって従来乾燥法では必要とされる大量の気体流を利用しないで動作する溶剤回収システムを開示している。このシステムは、重力のみを利用して凝縮表面から液体を除去する。故に、この凝縮表面は、重力が被覆された基材上に凝縮された液体を戻すので、被覆基材の上に配置できない。図面、および説明（3頁、89～92行目）では、凝縮表面は、凝縮表面の上に、垂直な、または被覆された面が下向きとなった状態の被覆基材で開示されている。基材の底面にコーティングを施す、またはコーティング後に基材を反転させることは、工業界では好適な方法であるとは言えない。反転させた姿勢でのコーティング、および乾燥前に被覆された基材を反転すると、コーティング不良となり得る。これらの限界は、方法に関わる柔軟性を非常に減じ、それを標準の製造法に適応させるにかなりの費用が必要となる。垂直、または反転乾燥法のこの必要条件が、おそらく産業界でこの方法が採用、または議論されなかった理由のようである。

英国特許第1 4 0 1 0 4 1号では、2頁の126行目から3頁の20行目まで、凝縮表面上での液状膜層の成長、および滴形成が起こるこの方法の問題が開示されている。「結果としてできる液状膜14は、凝縮器の底端に向かって厚みが増す可能性がある」ので、凝縮表面の長さがこの液膜層の発達および安定性によって制限される。凝縮表面の長さを制限することは、乾燥器長を制限する、またはコーティングが未乾燥の状態で乾燥システムを出て行くことを求めることとなる。これは、幾分かの溶剤蒸気を周囲に散逸させ、乾燥現象の制御を損ない、不良品を生成すると言った、望ましくない効果を有する。その他の限界は、被覆された基材からの凝縮表面の距離を約5ミリメートル以下に保って、凝縮液状液

膜が基材と接触するのを防止し、滴が基材に接触するのを防止するのが難しいからである。

垂直、または反転乾燥法に対するこのシステムの限界、乾燥器の長さの制限、および被覆された基材から所望の距離で動作する能力の欠落のため、それが所望の乾燥結果を達成するには不十分である。

気体／液体界面近辺の条件の制御を改善した、被覆された基材を乾燥するためのシステムへの要請があり、これは、蒸発した液体を輸送するために適用された対流の利用を不要にし、凝縮蒸気回収システムの効率を改善する。基材に近接した小さなギャップで動作できるシステムへの要請もある。

#### 発明の開示

本発明は、質量およびエネルギーを輸送し、被覆された基材を乾燥する方法、および装置である。凝縮表面は、乾燥されている基材面（被覆面）の基材に近接して設置される。被覆された基材からの液体は、蒸発され、次に適用された対流を利用せずに、凝縮表面上で凝縮される。凝縮された液体は、凝縮表面から移動されるが、それは液体のままである。

凝縮液の液膜層は、凝縮表面上に生成されて、凝縮液の滴の形成、および基材への凝縮液の架橋を防止することができる。

凝縮表面は、基材から5 mm未満の間隔を空けて配置できる。他の態様では、凝縮表面は、基材の上に設置できる。他の態様では、凝縮液体は、凝縮表面側縁部に向かって移動される。

凝縮された液体は、少なくとも部分的に重力を利用することによって、除去できる。凝縮表面は、被覆された基材の少なくとも一方の横側に傾かせることができる。重力は凝縮表面から凝縮液を移動する。凝縮された液体は、小孔材料を利用することによってなど、表面張力、または毛管現象の力を利用しても除去できる。

複数の凝縮表面も、使用できる。一方のものが、被覆基材の上に設置され、基材の少なくとも一方の横側に傾けられた凝縮プラテンであり、他方のものが、上部表面、および下部表面を有するシートである。これらのシートは、それらが凝



縮プラテンの下部縁部に直面するそれらの下部縁部の水平位置からそれて傾斜されるように凝縮プラテンの下に設置できる。これらのシートは、互いに重複して、その重複領域で互いに間隔を空けて配置できる。

他の態様では、凝縮プラテンは、凝縮プレート、この凝縮プレートの下に、間隔を空けて配置された上部表面と下部表面とを有する小孔シートを有する。小孔シートの上部表面および下部表面は、凝縮表面を形成する。凝縮プラテンと小孔シートとの間の間隔幅、シート内の小孔のサイズ、および小孔シートの開口部分と中実部分との比は、表面張力を引き起こして凝縮表面上に凝縮液を保持するように選択できる。

乾燥速度は、ギャップ高さ、および被覆された基材と凝縮表面との間の温度差を制御することによって制御できる。

凝縮表面は、静止、または回転ベルト上に形成できる。代わりに、凝縮表面は、任意のタイプの平面、または溝付きプレート、チューブ、フィン、または他の形状から形成できる。凝縮表面は、凝縮液を保持するためにヤング・ラプラス表面張力を、それを移動するために毛管現象の力を利用する小孔プレートから形成できる。

凝縮表面が凝縮された液体を長手方向に流れさせる場合、収集システムが液体を捕集するのに使用できる、または凝縮表面上の基材が液体を導くことができる。凝縮表面上の、リブなど、構造物は、凝縮液の蓄積を制限でき、滴の形成を防ぐことができる。

#### 図面の簡単な説明

第 1 図は、本発明の乾燥システムの斜視図である。

第 2 図は、第 1 図のシステムの端面図である。

第 3 図は、第 1 図の線 3-3 についての断面図である。

第 4 図は、本発明の他の実施例による乾燥システムの斜視図である。

第 5 図は、第 4 図のシステムの端面図である。

第 6 図は、本発明の他の実施例による乾燥システムの斜視図である。

第 7 図は、本発明の他の実施例による乾燥システムの断面図である。

第8図は、本発明の他の実施例による乾燥システムの断面図である。

第9図は、本発明の他の実施例による乾燥システムの断面図である。

第10図は、本発明の他の実施例による乾燥システムの略側面図である。

第11図は、本発明の他の実施例による乾燥システムの断面図である。

第12図は、本発明の他の実施例による凝縮プラテンの底面図である。

第13図は、本発明の他の実施例による乾燥システムの平面図である。

第14図は、本発明の他の実施例による乾燥システムの平面図である。

第15図は、本発明の他の実施例による乾燥システムの側面図である。

第16図は、処理変数を示す本発明の略側面図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

本発明のシステムは、コーティング表面の上に小さな制御された環境ギャップを与える凝縮表面を利用して、移動ウェブなどの、質量およびエネルギーを輸送し、被覆された基材上のコーティングを乾燥させるための方法、および装置である。化学反応、硬化、および相変化など、乾燥行程中に起こる他の物理的、および化学的現象も、本発明によって影響を受ける。

第1図、2図、3図の実施例では、乾燥「液体を加熱してそれを蒸気に蒸発させ、その蒸気をウェブから離れた遠くに輸送し、蒸気を凝縮し、凝縮された蒸気「凝縮液とも呼ばれる」をウェブから離れて遠くに輸送すること」は、従来の乾燥方法と関連した適用された気体の対流を必要とせずに起こる。これは、多くの精密コーティングと関連するまだらの形成を低減し、乾燥速度を増した乾燥を可能にする。第4～15図の実施例では、少なくともウェブからの蒸発した液体の除去が、適用された気体の対流を利用せずに起こる。このシステムの全ての態様は、気体／液体界面近くで起こる現象についての制御の改善を達成し、高い液体回収効率を達成する。

態様の全ては、凝縮を利用して、適用された対流の力を必要としない実質的に平面であり、ここでは周囲、および境界対流の力が最小限に抑えられるギャップ内で蒸発した液体を除去する。この乾燥システムは、コーティング表面に近接して小さな制御された環境ギャップを与え、乾燥機構から適用された対流に対する

必要条件を無くすことによって従来の乾燥技術と比べて多数の利点を有する。ある製品では、化学反応、または他の物理的および化学的作用が、乾燥中にコーティング内で起こる。この乾燥システムは、これらの作用がその工程内で進んでいるかどうかに関係なく機能する。この乾燥システムは、乾燥中これらの作用に影響を及ぼすことができる。その一例は、溶剤内に分散した、または溶解した湿分硬化重合体のものであり、乾燥雰囲気内に湿度があるために乾燥工程中に逆に影響を及ぼされる可能性がある。本発明は、コーティング表面の上に小さな制御した環境ギャップを与えることができるので、湿度を制御した乾燥雰囲気を提供してこれらの重合体の硬化を改善するのが実質的により簡単となる。乾燥現象の制御を改善し、被覆された表面の上に小さな制御した環境ギャップを与えることによって、乾燥工程中に起こる他の物理的、および化学的作用が利用できる数多くの用途がある。

代わりの方法では、乾燥システムは、適用された対流と組み合わせることができ、適用された対流は、コーティングを横切って、長手方向、横方向、またはその他任意の方向のいずれかに気体を強制的に送ることによって生成できる。これは、被覆された表面の上の雰囲気に追加的な質量移動、または他の修正を提供できる。この方法は、適用された対流が製品の性質を損なわないようなところで使用できる。

本発明者は、基材を乾燥するのに、顕著な乾燥の改善、および乾燥速度の増加は、凝縮表面から被覆された基材までの距離が5ミリメートル以下であるときに起こることを発見した。英国特許第1 401 041号のシステムは、乾燥制御についての大幅な改善がなされるような範囲では現実的に動作できない。

平面であるか無いか、多孔質であるか無いか、組織化されているか無いかに関係なく、任意のタイプのプレート、またはチューブ、またはフィンなど他の形状のものなどの、多種の凝縮構造が使用できる。凝縮表面構造は、巨視的規模、中規模、および微小規模の形状および寸法を組み合わせることができる。これらのプレートには、固定、または移動プラテン、液体スクレーパー付き、または無しの移動ベルト、および同様のシステムを含む。この凝縮構造は、ウェブと平行を

なす、またはウェブと角度をなして設置でき、平面、または湾曲した表面を有することができる。

凝縮表面は、3つの基準を満たさなければならない。第1は、凝縮の潜熱を除去するのに十分なエネルギーの移動ができなければならない。第2は、凝縮液が少なくとも部分的に凝縮表面を湿らせなければならない。第3では、凝縮表面は、凝縮された蒸気（凝縮液）がウェブの被覆された表面に戻るのを防止しなければならない。凝縮表面に関連することは、液膜の不均質の兆候が現れる有効臨界凝縮液膜厚みである。この厚みは、凝縮液の物理的性質（表面張力、密度、および粘度など）だけでなく、凝縮表面材料、形状、寸法、外形、向き、構造、および他の要素の関数である。システムの他の特徴は、凝縮液の移動および除去である。これは、凝縮液の液膜厚みを有効臨界厚み未満に維持し、毛細管現象の力、重力、機械力、またはこれらの力の様々な組み合わせによって達成できる。

毛細管の力、または毛細管圧力は、湾曲したメニスカスで作用する表面張力の結果として説明でき、ヤング-ラプラス等式として知られる毛管現象の基礎的等式によって決定される。ヤング-ラプラス等式は、 $\Delta p = \sigma (1/R_1 + 1/R_2)$  であり、ここで $\Delta p$ は界面での圧力降下、 $\sigma$ は表面張力、 $R_1$ および $R_2$ は、界面の主曲率半径である。毛細管現象については、Adamson, A. W. の「Physical Chemistry of Surfaces, 4th ed.」John Wiley & Sons, Inc. (1982)で詳述される。第1図、2図、4図、5図、9図、10図、11図は、他の力と共に、毛管現象の力を利用して、凝縮表面から凝縮液を除去する例を示す。

重力は、重力場における流体質量の位置に起因し、これは、静水落差である。第7図、8図、10図、12図は、他の力と共に、重力を利用して、凝縮表面から凝縮液を除去する例を示す。

他の機構は、凝縮表面から凝縮された液体を除去して凝縮された液体が基材に戻るのを防ぐために使用できる。例えば、ワイパー、ベルト、スクレーパー、ポンプシステム、または任意の組み合わせなどの機械的装置は、凝縮された液体を除去するために使用できる。第6図、13図、14図、15図は、他の力と共に、

機械的力を利用して、凝縮表面から凝縮液を除去する例を示す。

第1図、2図、3図は、2つのプラテンを使用する装置を示す。第4図、5図は、1つのプラテンを使用する装置を示す。いずれの場合も、1つのプラテンは、ウェブの被覆された表面から短距離に配置された凝縮液移動表面を有する。15～20cm未満の距離が好ましい。5mm未満の距離は、より好都合である。また、0.5mm未満の距離、および0.1mm以下の距離でも達成可能である。

第1図、2図では、装置10には、冷却でき、加熱されたプラテン14から間隔を空けて配置された凝縮プラテン12を含む。この凝縮プラテン12は、周囲温度よりも高い、または低い温度 $T_1$ に設定され、加熱されたプラテン14は、周囲温度よりも高い、または低い温度 $T_2$ に設定される。被覆されたウェブ16の温度は $T_3$ である。ウェブ位置は、 $h_1$ および $h_2$ によって定義され、ウェブ16、凝縮および加熱プラテンのそれぞれの対向表面間距離である。第16図は、これらの変数の相対的场所を示す。凝縮プラテンと任意の加熱プラテンとの間の総ギャップ $h$ は、 $h_1$ 、 $h_2$ 、および被覆されたウェブの厚みとの合計である。コーティング18を有するウェブ16は、2つのプラテン間で任意の速度で移動する。代わりに、ウェブが静止して、装置全体10が移動するか、またはウェブと装置の両方が移動するものであっても良い。これらのプラテンは、装置内で静止しているものである。加熱されたプラテン14は、ウェブ16の非被覆側に、ウェブと接触して、またはウェブとプラテンとの間に小さなギャップ $h_2$ をもたせて設置される。凝縮プラテン12は、ウェブとプラテンとの間に小さなギャップ $h_1$ をもたせて、ウェブ16の被覆側に設置される。凝縮プラテン12と加熱プラテン14とは、ウェブ16の上下両方に適用される対流を不要にする。乾燥は、温度 $T_1$ 、 $T_2$ 、および距離 $h_1$ 、 $h_2$ を調整することによって制御される。

静止、または移動可能であっても良い凝縮プラテン12は、被覆表面に近接して配置される（10cm離して、5cm離して、またはそれよりも接近させて）。このようにこれらのプラテンを配置することで、被覆されたウェブに近接して小さなギャップを与える。このギャップは、実質的に一定であり、これは少量の収束、または発散を起こし得る。このギャップは、凝縮表面上のいかなる溝（後

述

の)にもかかわらず、実質的に一定である。これらプラテンの向きは、重要ではない。凝縮プラテン 12 は、ウェブの上に (第 1 図、2 図、4 図、および 5 図 9 図で示されるように)、ウェブの下に (ウェブの底部表面にコーティングがある場合には) あっても良く、この装置は、ウェブ移動方向の軸周りで傾けられることを含む、垂直の、またはその他の任意角度のウェブで動作できる。

この加熱されたプラテン 14 は、ウェブ 16 を通して加えられた対流を用いることなくコーティング 18 にエネルギーを供給して、コーティング 18 から液体を蒸発させてそのコーティングを乾燥させる。エネルギーは、高熱伝達速度を達成する伝導、輻射、および対流の組み合わせによって伝達される。これは、ウェブ 16 上のコーティング 18 内の液体を蒸発させる。コーティング 18 からの蒸発した液体は、次にウェブ 16 と凝縮プラテン 12 との間のギャップ  $h_1$  を横切って運ばれ (拡散および対流を利用して)、凝縮プラテン 12 の底部表面上で凝縮する。

第 3 に示されるように、凝縮プラテン 12 の底部表面は、凝縮表面 22 であり、毛細管現象を利用して凝縮された液体が重力によってコーティングに戻るのを防ぎ、凝縮された液体を縁のプレート 26 に向かって横方向に移動させる横断開口チャネル、すなわち溝 24 を有する。これらの溝は、三角形、方形、円形、またはその他のより複雑な形状、またはそれらの形状の組み合わせであっても良い。溝材料、形状、および寸法は、表面張力、粘度、および密度など、所望の質量流、および凝縮液の物理的性質に適応するように設計される。

特定タイプの凝縮表面は、コーナーを有する開口チャネル、すなわち溝を有するものである。例えば、第 3 図に示されたこのタイプの毛細管凝縮表面は、コンカスフィン不均質 {コンカス (Concus) . P および フィン (Finn) . R の「On the Behavior of a Capillary Surface in a Wedge」National Academy of Science 会報、第 63 巻、292~299 頁 (1969 年) } を利用して設計され、これは、 $\alpha + \theta_s < 90^\circ$  であり、ここで  $\alpha$  は任意のコーナー挟

角の半分であり、 $\theta_s$ は気体／液体／固体静的接触角である。この静的接触角は

気体状の所与表面材料に対する液体の表面張力によって決まる。不均質が満たされない場合、この界面は、制限され、不均質が満たされる場合、この界面は有限平衡位置を持たず、そのメニスカスは制限されない。この後者の場合、液体は毛細管現象によって、無限に、またはチャンネル、すなわち溝の端部まで進む。コーナー角度で溝を付けた表面は、コーティング液が、水などの高表面張力を有するものである場合には有用である。コーナーを備えた毛細管表面は、Lopez de Ramos, A. L. の「Capillary Enhanced Diffusion of CO<sub>2</sub> in Porous Media、」Ph. D. 学位論文、タルサ大学（1993年）で詳述されている。

これら溝24は、長手方向、または任意のその他の方向であっても良い。これらの溝が長手方向にある場合、適当な収集システムが溝の端部に配置されて凝縮された液体が被覆された表面18に落下して戻るのを防ぐことができる。この実施例は、凝縮プレート12の長さを限定し、さらに最小ギャップ $h_1$ をも限定する。

液体が溝24の端部に達すると、それは縁プレート26と凝縮表面22との間の角度で相交わる。液体メニスカスは、凝縮表面から少なくとも一方の縁プレートに凝縮液を引き寄せる低圧領域を形成する。重力は、メニスカス内の毛細管の力に打ち勝ち、液体は、液膜、または滴として縁プレート26の面に落流する。縁プレート26は、端に溝を備えただけのものではなく、任意の凝縮表面と共に使用できる。滴28は、各縁プレート26から落下し、収集システム（図示せず）に収集することができる。例えば、スロット付きパイプは、各縁プレート26の底端の周りに設置されて液体を収集し、それを容器に導くことができる。これらの縁プレート26は、明細書全体を通じて凝縮プラテンの凝縮表面の端部と接触しているものとして示される。但し、これらの縁プレートは、凝縮された液体を受けるのに機能的に十分接近している限り、凝縮プラテンに接触することなく、それらに近接して設置できる。

代わりに、凝縮された液体は、凝縮表面22から除去される、またはウェブ16に戻ることが少なくとも防止される限り、プラテンから全く除去される必要がない。

これらの縁プレート26は、凝縮表面14と平行に配置されて示されているが、それらはその他の角度を持って配置されても良く、縁プレート26は、平滑、溝付き、多孔質、または他の材料であっても良い。

加熱されたプラテン14、および凝縮プラテン12は、チャネルなどの、内部通路をも包含できる。熱伝達流体は、外部加熱システムによって加熱され、通路を通して循環されて、加熱されたプラテン14の温度 $T_2$ を設定することができる。同じ、またはそれとは異なる熱伝達流体は、外部冷却システムによって冷却され、通路を通して循環されて、凝縮プラテン12の温度 $T_1$ を設定することもできる。プラテン14を加熱するため、およびプラテン12を冷却するための他の機構も使用できる。

第4図および5図の装置30は、加熱プラテンを備えていないことを除いて、第1～3図のものと同一である。装置30では、ウェブ16は、任意のタイプの加熱装置を使用して、伝導、輻射、マイクロ波、対流、または周囲エネルギーのいずれかの、任意の加熱法、または加熱法の組み合わせによって加熱されてコーティングから液体を蒸発させる。これには、これらのものに限定されるものではないが、加熱されたドラム、輻射加熱装置、または強制ガス流を含む。このシステムは、いかなる加えられたエネルギーも、乾燥器の外部でも使用することなく、液体を蒸発させるために単に周囲エネルギーしか利用しないで動作できる。この装置30は、ウェブ16から凝縮プラテン12上の凝縮表面22まで蒸発した液体を運ぶための適用された対流が不要な第1～3図と同じように動作する。被覆されたウェブ16と凝縮表面22との間のギャップ $h_1$ は、ウェブ1、およびウェブ支持体、または他の障壁の任意組み合わせによって加熱装置から絶縁される。これは、いかなる適用された対流からもその部分を絶縁することができる。第6図では、この装置32には、凝縮表面22を備えたベルト34を含む。このベルト34は、基材の形状に実質的に対応し、基材と凝縮表面との間にギャップを与える。このベルトは、中実、または多孔質であり、様々な材料から形成でき



る。ベルトは、凝縮表面 22 と基材 16 との間で相対的運動を与えることができるローラ 36 によって駆動される。代わりに、この凝縮表面 22 は、ウェブ 16 に対

して何の運動も与えないように駆動される、またはウェブ 16 の反対方向に駆動されるようにすることもできる。代わりに、システム全体が、示された位置から回転され、ベルト 34 が、ウェブ 16 の運動方向に対して実質的に横方向に駆動されるようにすることもできる。この方法では、液体は、ウェブ 16 の縁を超えて除去されることになる。凝縮表面 22 からの液体の除去は、ベルト 34 に近接して設置される機械的拭き取り装置 38 によって行われる。この機械的拭き取り装置 38 は、剪断力を利用して凝縮表面 22 から液体を除去し、それを適当な収集装置 40 に導く。

第 7 図および 8 図は、重力が利用されて凝縮表面から液体溶剤を除去する装置の実施例を示す。この凝縮表面 22 は、第 7 図ではウェブ 16 の一方の横側に傾けられるプレート 42 上にあり、凝縮表面 22 は、第 8 図ではウェブ 16 の両方の横側に中央から傾けられる一つ、または二つのプレート 44 上にある。いずれの場合でも、重力が利用されて凝縮表面から液体を立ち退かせる。この角度は、ウェブの長手方向の中心線上に中心が置かれる、または中心から外れていても良い。毛細管現象は、重力と組み合わせられて利用することもできる。

第 9 図は、毛細管現象の力が凝縮表面から液体を除去する他の実施例である。この実施例では、凝縮プレート 46 は、焼結金属、またはスポンジなどの、多孔質、または吸上材料であり、これは毛細管現象の力を利用して液体溶剤を運ぶ。この溶剤は、凝縮表面 22 上で凝縮し、毛細管現象の力のために凝縮プレート 46 全体に分配される。凝縮プレート 46 に近接する縁プレート 26 は、毛細管表面を形成する。液体メニスカスは、凝縮表面から少なくとも一方の縁プレートまで凝縮液を引き寄せる低圧力領域を形成する。重力は、毛細管現象の力に打ち勝ち、液体は、液膜、または滴として縁プレート 26 の表面に落流する。

第 10 図は、毛細管現象、および重力が利用されて凝縮表面 22 から凝縮された液体を運ぶ他の実施例を示す。示されるように、凝縮表面 22 は、多数の表面

上に形成される。凝縮プラテン48は、ウェブ16の上の片側に、または中心から両側に傾斜される。薄いシート50の材料は、凝縮プラテン48の下に垂下され、それらが凝縮プラテン48の下部縁に直面するそれらの下部縁の水平位置か

らそれる方向に傾けられるように配置される。示されるように、シート50の材料は、少なくとも0.05cmだけ重複され、0.01cm~0.25cmのスロットだけ重複領域から間隔を空けて配置される。凝縮表面22上で凝縮する蒸気は、表面張力によって表面上に保持される。重力は、液体がウェブ16の縁を越えるまで、凝縮された液体を階段状効果でシート50の各上部表面に沿って下方に運ぶ。薄いシート50の下部表面上で凝縮される液体は、重複領域に運ばれ、スロットによって与えられた毛細管現象の力は、液体をスロット内に引き寄せる。この液体は、次に次シート50の上部表面に運ばれ、重力が段階的にそれを基材の縁まで運ぶ。故に、シート50の下部表面上で凝縮する液体は、被覆された基材に落下して戻る滴を形成しない。ある場合では、液体が、シート50と凝縮プラテン48との間のスロットを完全に満たすことが望ましい。

第11図は、重力と毛細管現象の力とを組み合わせる凝縮表面から液体を運ぶことができる他の実施例である。この実施例では、多孔質、スロット付き、スポンジ状、ハチの巣状、網目状、または小孔材料52が、凝縮プラテン54の下に取り付け、配置される。凝縮プラテン54と小孔材料52との間の間隔、材料52内の小孔寸法、および小孔材料52上の中実部分に対する開口部分の比率は、表面張力によって液体を3つの凝縮表面22上に保持させるように全て設計される。この装置は、ウェブ16に近接して配置される。凝縮表面22上で凝縮する蒸気は、多孔質材料のボイド内、およびプレート間隔領域56内に液体として保持される。液体が、プレート間隔領域56から除去されると、ウェブ16に直面する側の多孔質材料52上の液体は、毛細管現象の力によって運ばれてプレート間隔領域56内のボイドを満たす。液体は、重力、毛細管現象、または機械的力のいずれかによってプレート間隔領域56から除去できる。水平位置からそれる任意の方向に凝縮プラテン54を傾けることによって、重力は、プレート間隔領域56からウェブ16の縁を越える地点まで液体を除去する。代わりに、この液

体は、少なくとも一方の縁プレート 26 を凝縮プラテン 54 の縁に位置決めすることによってプレート間隔領域 56 から除去できる。この縁プレート 26 は、凝縮プラテン 54 と接触して毛細管状表面を形成する。これらの縁プレートは、あ

る場合には、小孔材料 22 と接触できる。液体メニスカスは、凝縮液を少なくとも一方の縁プレートに向かって引き寄せる低圧力領域を形成する。重力は、毛細管現象の力に打ち勝ち、液体は、液膜、または滴として縁プレート 26 の表面に落流する。凝縮液は、プレート間隔領域 56 から機械的にポンプ押し出しすることもできる。

第 12 図は、突出構造体を備えた凝縮プラテン 60 を示す。凝縮プラテン 60 は、ウェブ 16 の形状に実質的に対応できる凝縮表面 22 となる。重力は、プラテン 60 を水平位置からそれるように位置決めすることによって凝縮表面 22 から液体を除去するために使用される。水平位置からのこの傾斜は、ウェブ 16 通路に対して横方向、および平行な方向を含む、任意の方向であっても良い。いかなる追加の装置も用いずに、凝縮表面 22 から排出する液体は、短距離（典型的に 1 メートル未満）を経て、表面張力が液体を保持することができなくなり、液体が滴としてウェブ 16 上に落下するほど十分な液膜厚さとなる。リブ 62 などの、任意の形状を有する構造は、凝縮プラテン 60 の凝縮表面 22 上に位置決めされて液膜厚さの増加を制限し、ウェブ 16 上に落下する滴の形成を防ぐことができる。これらのリブ 62 は、凝縮表面 22 の傾斜面に斜め方向に配置されてウェブ 16 の縁を超えて適当な収集装置（図示せず）に液体を導く。それらは、特定リブ 62 によって排出された表面部分を制限するのに十分な数量、および適当な間隔で提供され、それによって滴形成を起こす臨界点を超えないように液膜厚を維持する。この凝縮表面は、ウェブ長手方向に走る溝を備えることができる。第 13 図の装置 64 は、凝縮表面および凝縮された液体を、ウェブ 16 の縁を超えて機械的に移動し、そこで液体が除去される。凝縮プラテン 66 は、ウェブ 16 に近接して配置される凝縮表面 22 を提供する。円形、またはその他の形状であっても良いこのプラテン 66 は、凝縮表面 22 上で凝縮する液体がウェブ 16 の縁を越える部分に運ばれるように機械的に回転される。凝縮表面 22 からの液

体の除去は、凝縮表面 22 に近接して、ブロック 69 に固定された機械的拭い装置 68 によって行われる。この機械的拭い装置 68 は、剪断力を利用して凝縮表面 22 から液体を除去し、それを適当な収集装置 70 に導く。一連のこれらのシステ

ムは、それらが長手方向において基材の形状に実質的に対応するように配置される。

第 14 図は、表面張力を利用して液体を保持し、機械的装置を使用して凝縮表面から液体を除去する装置 72 を示す。凝縮プラテン 74 は、ウェブ 16 の形状に実質的に対応できる凝縮表面 22 を提供する。凝縮表面 22 で凝縮する液体は、表面張力によってその表面で保持される。凝縮表面 22 からの液体の除去は、凝縮表面 22 に近接する 1 つ以上の機械的拭い装置 76 によって提供される。この機械的拭い装置 76 は、ウェブ 16 の通路に対して横方向に、ウェブ 16 の通路と平行方向に、または任意のその他の方向に凝縮表面上を移動できる。機械的拭い装置 76 は、剪断力を利用して凝縮表面 22 から液体を除去し、それを、機械的拭い装置 76 の下に設置された適当な収集装置 78 に導く。この液体は、ウェブ 16 の縁を超えて収集装置 78 内に運ばれ、そこでこの液体は運び去られる。

第 15 図は、ポンプ 80 を利用して凝縮表面から凝縮された液体を除去する実施例を概略的に示す。このポンプは、任意のタイプのポンプであっても良く、負圧を生成する任意の他の装置が使用できる。第 15 図にも示されるように、凝縮液体は、毛細管現象および重力などによって、除去前に凝縮表面の横方向中央に向かって押しやることができる。

他の使用法では、このシステムは、最初に液体を被覆された基材から除去できる。次に、乾燥位置からウェブ下流位置において、このシステムは、「後退で」使用されて少量の湿度、または追加的の反応物を基材に添加し、コーティングを改質できる。

この装置は、液体を蒸発させるためにいかなる適用されたエネルギーも利用せず、周囲熱しか利用しない乾燥器構造外で動作できる。周囲温度に、またはそれ

に接近するように凝縮表面 22 の温度を制御することによって、液体蒸発は、凝縮表面とウェブ 16 との間のギャップ  $h_1$  内蒸気濃度が凝縮表面 22 とウェブ 16 との温度によって規定されるような飽和濃度となるまでしか起こらない。蒸発した液体は、ウェブの粘性抵抗によって保持され、ギャップ  $h_1$  を経てシステムの出口に運ばれる。望ましくない乾燥は低減され、蒸気の排出も周囲条件から隔絶できる。

本発明の乾燥システムは、コーティングの乾燥を低減、または実質的に停止するために使用できる。乾燥速度は、ギャップ高さ、およびウェブ 16 の被覆された表面 18 と凝縮表面 22 との間の蒸気濃度勾配の関数である。所与のギャップ  $h_1$  に対して、ウェブ 16 と凝縮表面 22 との間の温度差は、蒸気濃度勾配を規定する。被覆された表面 18 の温度が凝縮表面 22 に対してより高くなると、乾燥速度もより早くなる。凝縮表面 22 の温度が被覆された表面 18 の温度に接近すると、速度は、ゼロに向かう。従来の乾燥では、蒸気濃度勾配は、高価な不活性ガス乾燥システムを使用しなければ制御できない。ある液体コーティングは、1 種類以上の溶剤が多数の溶剤を有し、最適製品特性とするために乾燥速度を緩やかに落とすように機能する。被覆された表面 18 と凝縮表面 22 との温度を調整することによって、本発明は、乾燥速度を低減し、できる限り溶剤の使用を不要にして乾燥速度を遅延できる。

乾燥速度は、ギャップ  $h_1$  の高さ、および被覆された表面 18 と凝縮表面 22 との間の温度差によって制御される。故に、所与温度差に対して、乾燥速度は、ギャップ  $h_1$  を規定する凝縮プレートの位置によって制御できる。故に、相対的ギャップを変更することによってなど、乾燥システムの寸法を変更することによって、乾燥速度を制御することが可能となる。従来の乾燥システムにはこの能力がなかった。

適用された対流を使用して幾つかの被覆されたウェブを乾燥すると、コーティングにまだら模様が付く。まだら模様は、液膜コーティングでは不良であり、液体表面における不均一乾燥を引き起こすコーティングの上の蒸気濃度、または気体速度勾配によって形成される。標準室内気流は、しばしばこれらの不良を起こ

すのに十分である。本発明は、所望乾燥位置の外側の位置において、まだらなど、自然対流により誘導される不良を低減、制御するために使用される。被覆された表面が、乾燥領域内に存在しない、そうでない場合には、周囲気流からの、またはウェブの運動に起因する境界層乱気流からの対流に暴露されるであろう位置では、溝、またはその他の液体輸送、および除去特徴、装置、構造物を備えた、ま

たは備えていない装置は、ギャップ $h_1$ によって分離された被覆ウェブ16に近接して配置できる。被覆されたウェブ16に近接した凝縮プレート12の位置は、コーティング表面から周囲気流を遮断することができる。これは被覆された表面の上の境界層空気が乱流となるのを防止することもできる。故に、まだらなど、乾燥位置の外側の対流による不良は、低減、または無くすことができる。この装置は、第4～15図と同じように凝縮および溶剤除去と共に動作できる、またはギャップ $h_1$ 内の蒸気の露点温度以上に凝縮表面22の温度を上昇させることによって凝縮および溶剤除去なしでも動作できる。

実施例の全てにおいて、多数の対を使用して加熱および凝縮構成要素の多数のゾーンを与えることが望ましい。加熱および凝縮構成要素の各対の温度およびギャップは、他の対から独立して制御できる。これらのゾーンは、互いに間隔を空けて、または空けずに配置できる。

実施例の全てのシステムは、ウェブ16上のコーティングと凝縮表面22との間の小さなギャップで、被覆されたウェブ16に近接した凝縮を利用する。適用される対流に対する要件もなく、ほとんど蒸気体積もない。蒸気濃度および対流の力は、ウェブ温度、ギャップ、および凝縮表面温度を調整することによって制御できる。これは、気体／液体界面近くの条件の制御性を改善する。プレート温度およびギャップは、連続的であり、乾燥システムの全体を通じて一定であるので、熱および質量伝達速度は、従来の乾燥システムのものよりも均一に制御される。これらの要素の全てが、乾燥性能の改善に役立つ。それは、凝縮蒸気回収システムの効率をも改善し、二次気体流内で燃焼、吸着、または凝縮する周知の高価な方法と比べても余分な費用も掛けずに高い効率の液体回収を提供する。

爆発する、または引火限界よりも上にあるウェブの上の周囲空気についての心配もほとんどない。事実、ギャップが、例えば、1 cm未満など、非常に小さい場合、引火性の心配は、ウェブの上の全空間が引火させるには酸素が不十分であるので、無用となる。さらに、本システムは、大量の気体流の必要もない。機械的装置および制御システムは、従来型空気浮遊乾燥システムのコストの20%だけである。

実験が、横溝を備えた30.5 cm幅のプラテンで行われた。底部プラテンは、プラテン内の通路を通して循環される伝熱流体で15℃から190℃までの範囲の温度まで加熱された。熱がコーティングに伝達されると、コーティング内の液体が蒸発する。凝縮プラテンの温度は、任意の適当な方法で-10℃から65℃までの範囲に制御されて、蒸気を移動および凝縮させるための駆動力を提供した。ギャップ $h_1$ の有効範囲は、0.15～5 cmである。まだらの無いコーティングが得られた。

ある例では、11.5%固形、2センチポアズ、7.6ミクロン湿潤厚み、および20.3 cm幅のまだら傾向のある重合体/MEK溶液が被覆された。ウェブは、21.6 cm幅で、0.635 m/sの速度で移動された。ウェブを加熱するために使用された加熱プラテンの温度は、82℃で制御された。凝縮プラテン温度は、27℃で制御された。これらのプラテンの全長は、1.68 mであり、それらは入り口側が低くなる状態で水平位置から3.4°の角度をもって搭載された。プラテンへの入り口は、コーティング塗布位置から76 cmに配置された。加熱されたプラテンは、約0.076 cmのギャップによってウェブから分離された。ギャップ $h_1$ は0.32 cmに設定された。毛細管現象溝は、深さが0.0381 cm、山と山との距離が0.076 cm、角度 $\alpha$ が30°、および溝の上部のランドが0.013 cmであった。ウェブは、長さが1.68 mのプラテンでまだらの無いように乾燥されたが、プラテンを通過した後もコーティング内に若干の残留溶剤があった。従来の乾燥システムでは、同様の乾燥段階に達するのに約9 mも必要となり、5倍以上の大きさの乾燥システムが必要となろう。

このシステムの他の用途には、ふくれによる不良がありがちな接着剤を乾燥す

ることを含む。ふくれ不良は、残りのコーティングが乾燥する前に乾燥した表皮が形成され、この表皮の下に溶剤が閉じ込められて成るコーティング表面によって起きる。従来の乾燥法では、内部ガスの溶剤蒸気濃度は、引火限界のため非常に低い。過度な熱がコーティングに加えられる場合、表面の溶剤は、非常に速く低蒸気濃度ガス流に変わり、表面上に表皮を形成することになる。本発明のシステムは、表面上に表皮を形成する傾向を低減できる制御した蒸気濃度をウェブの

上の空間内に生成する。他の用途は、特定の製品性能を得るために乾燥システムが高溶剤濃度で作動される分野にある。

このシステムは、溶剤回収および乾燥性能以上の利点がある。他の利点は、コーティング流体を磁界にさらすための単純化工程を含む。周知の乾燥システム内に磁界ジェネレータを配置するのではなく、本発明では、磁界ジェネレータは乾燥システムの外側に配置できる（すなわち、装置10、30の外部）。これは、装置が小型であることによって可能となる。これは、映像、音声記録テープ、コンピュータ、およびデータ記憶テープ、コンピュータディスク、および同等のものなどの製品を製造するために基材上に金属粒子充填流体をコーティングするときに特に適している。装置の外部にあるので、磁界ジェネレータは容易に調整、および保守が可能となる。

この装備は、粒子配向をも改善する。磁気出力は、これらの粒子が、物理的に記録の方向に配向される場合、改善される。従来、配向装置は、乾燥システム内に備えられており、粒子は、溶剤が除去されるときに一点で、または多点で配向される。ここでの一つの利点は、磁気配向装置が乾燥システムの外部にあり、非侵入性であるので（乾燥システム内部にある従来の配向装置は、対流熱および質量輸送を中断させる）、それはどのような形であれ溶剤除去速度に影響を及ぼさないことにある。これは、均一な溶剤除去を可能にする。磁気粒子は、本発明では流体が、乾燥の初期段階で粘度が小さいときに容易に配向される。粒子が、乾燥の初期段階で従来型の配向装置を出て行くと、コーティングの面に存在しない磁界の任意の構成要素は、粒子を垂直方向に投げ出すなど、好ましくない方向に粒子を再配向することとなる。溶剤が除去されると、粘度が増し、配向装置が粒



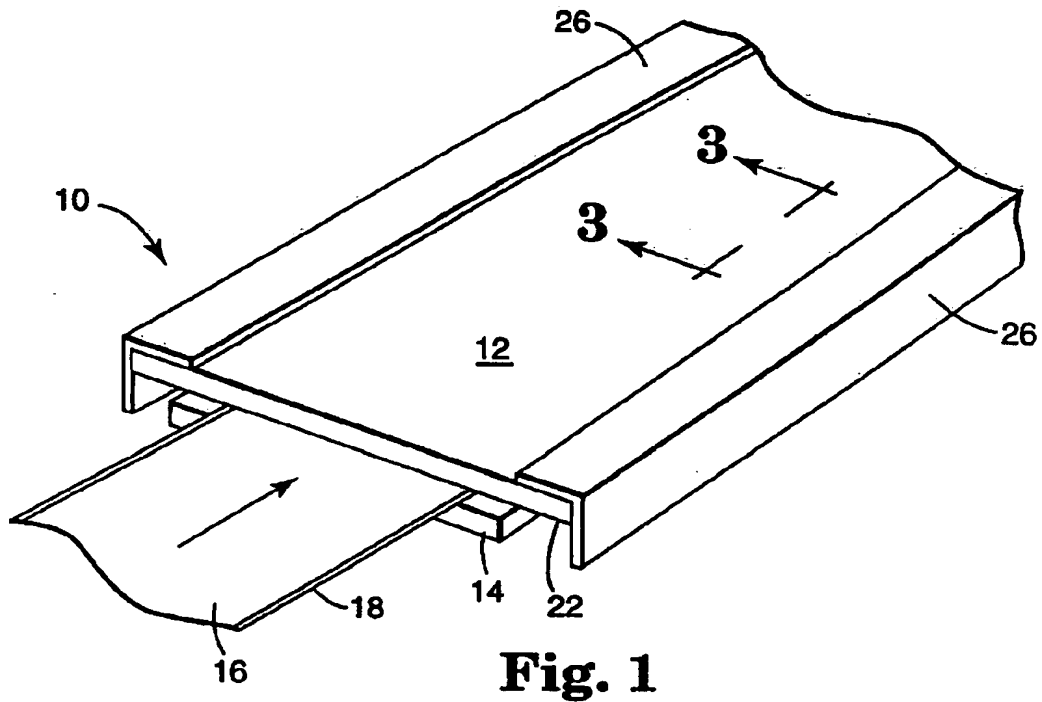
子を回転させるのが困難となる。これらの粒子は、磁界を去るとき、または粒子間の力によって再配向されることはない。

他の利点は、その小さなサイズ、および溶剤除去速度の増加のために、本発明は乾燥システムおよび配向装置の始めに粒子を配向することができることである。均一な磁界は、粘着力が優勢となる時点まで粘度が増すほどのレベルまで、溶剤が均一な乾燥環境で除去されると好ましい方向に粒子を保持する。これは、粒子

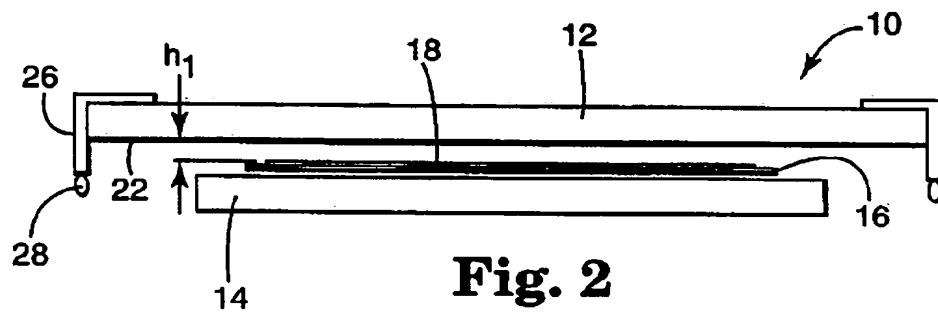
が配向装置を、または粒子間の力から去るときの望ましくない粒子の再配向を防止する。従来の乾燥システムでの乾燥すると、製品の表面が粗くなる。本発明の乾燥システムの制御した環境で溶剤を除去すると、溶剤除去速度を上昇させて、より滑らかな表面が生成されることが明白となる。これは、例えば、結果として得られるテープが記録ヘッドにより接近して流れる際の、磁気出力をも改善する。

。

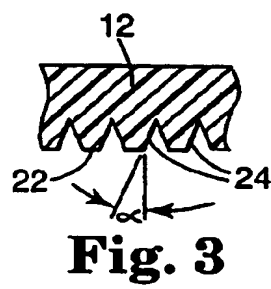
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 4】

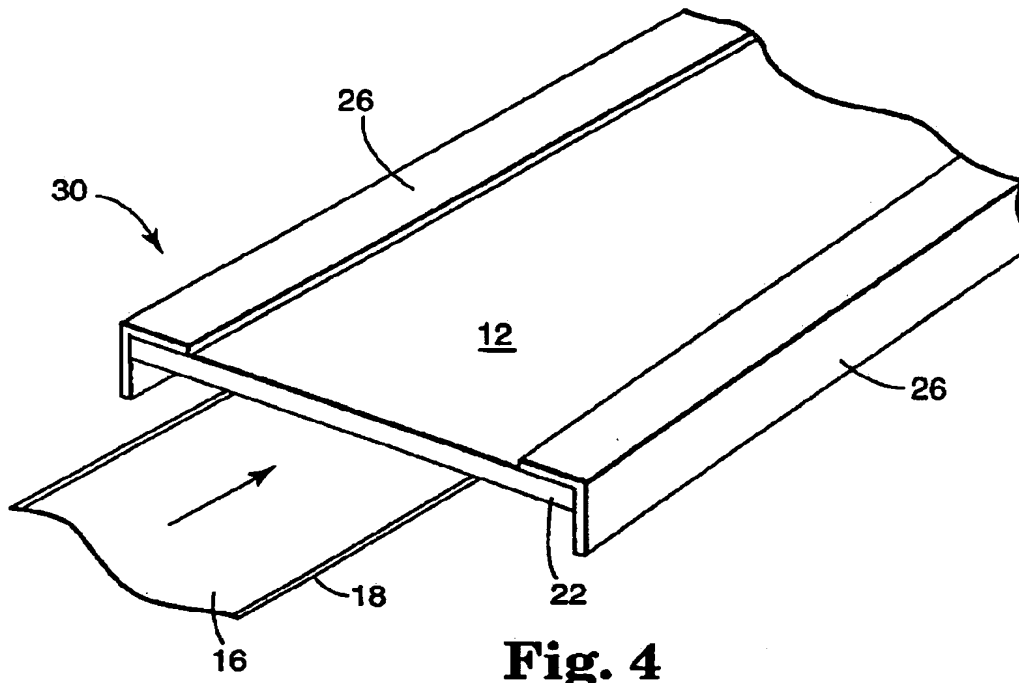


Fig. 4

【図 5】

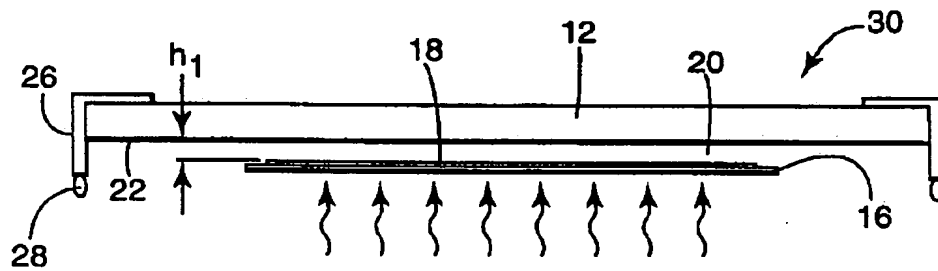
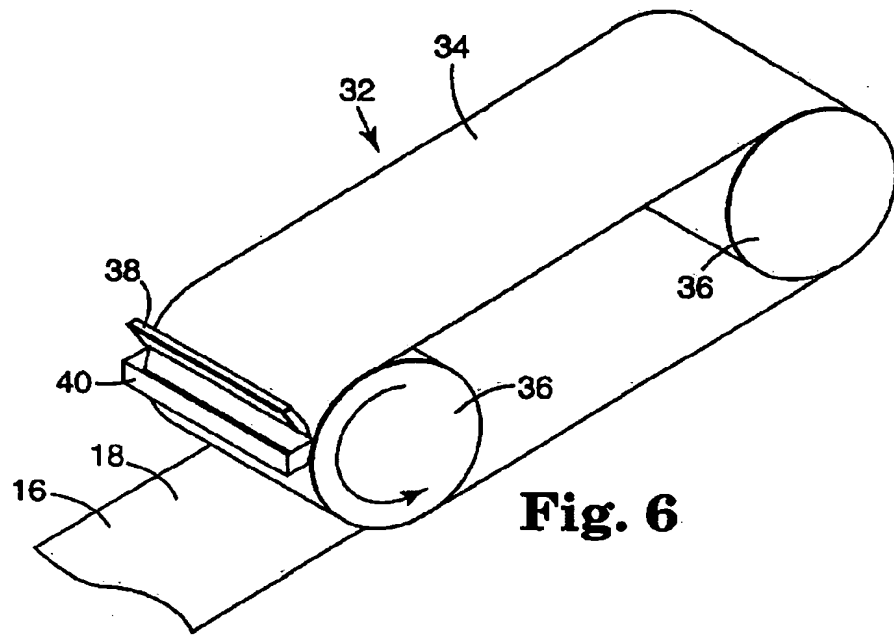


Fig. 5

【図 6】



【図 7】

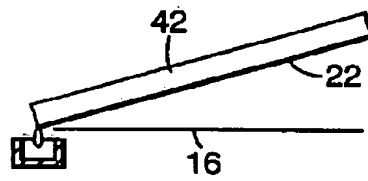


Fig. 7

【図 8】

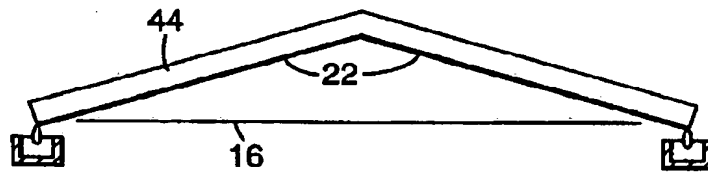
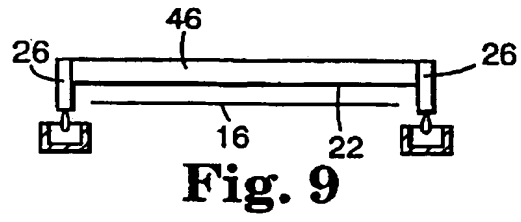
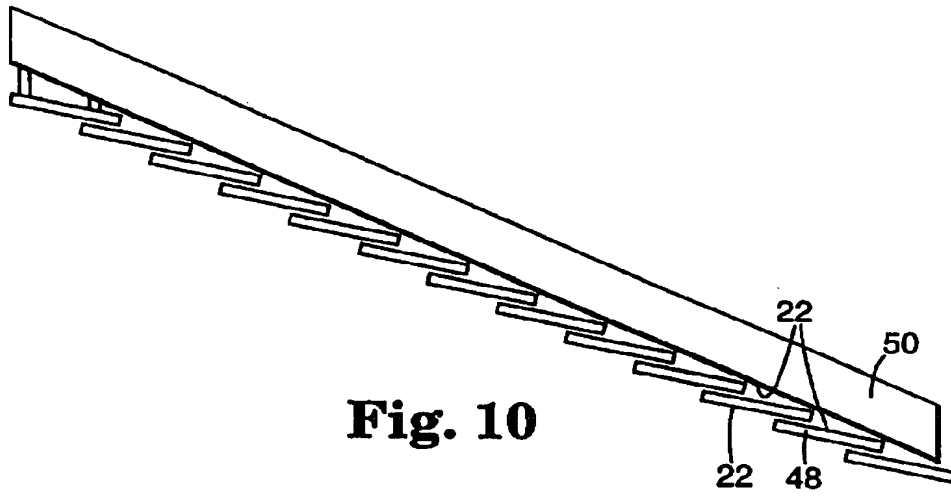


Fig. 8

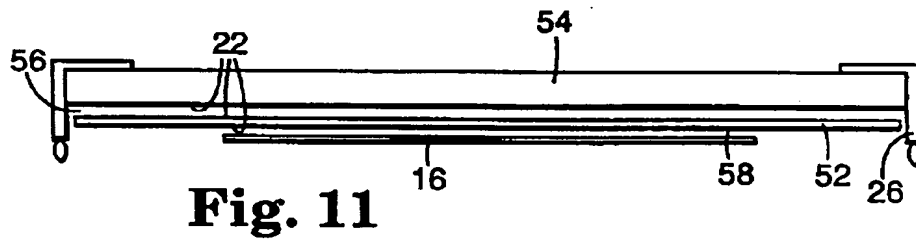
【図 9】



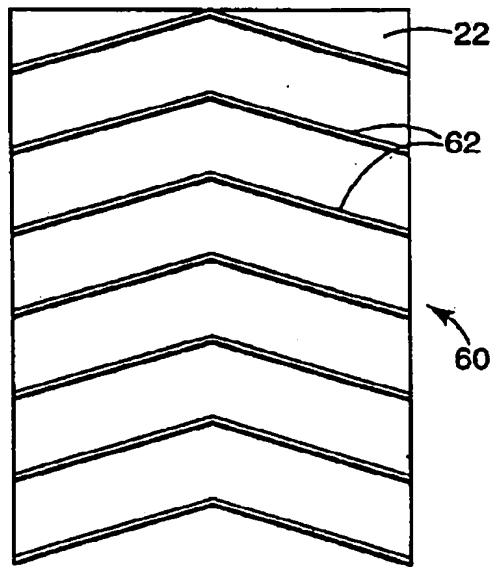
【図 10】



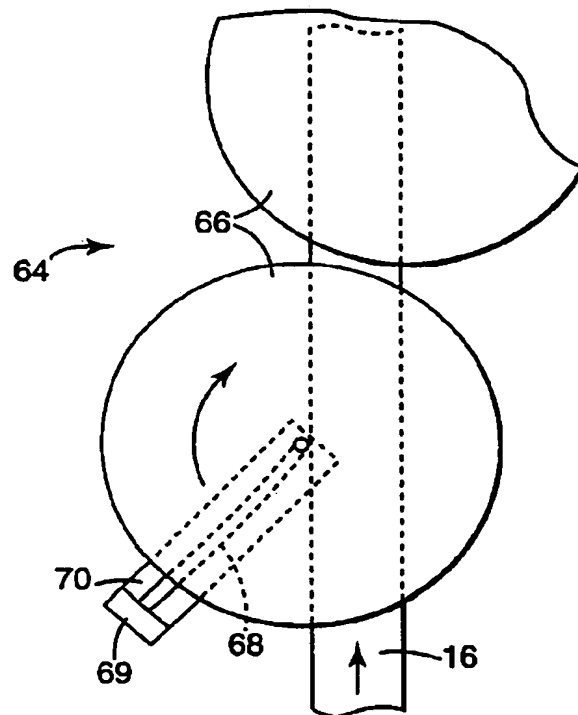
【図 11】



【図 1 2】

**Fig. 12**

【図 1 3】

**Fig. 13**

【図 1 4】

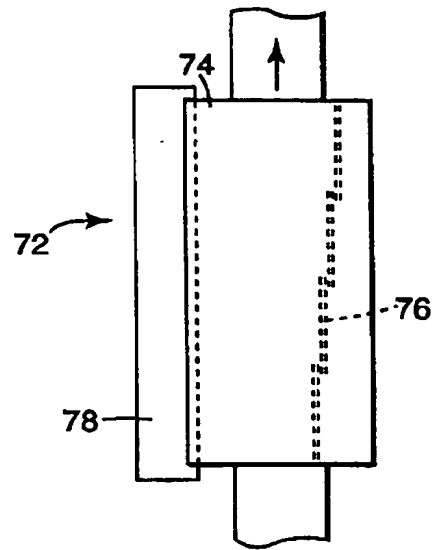


Fig. 14

【図 1 5】

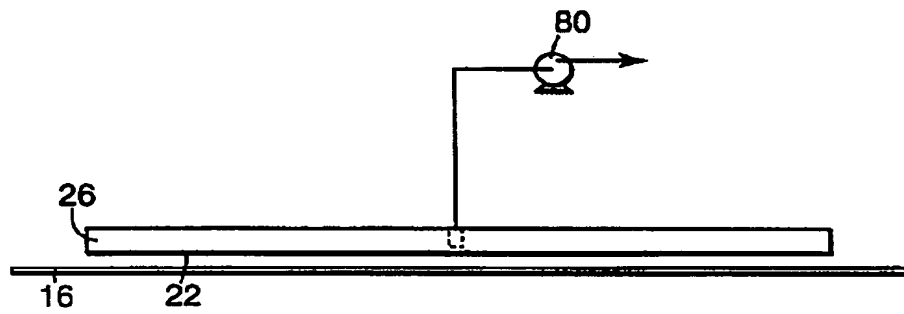
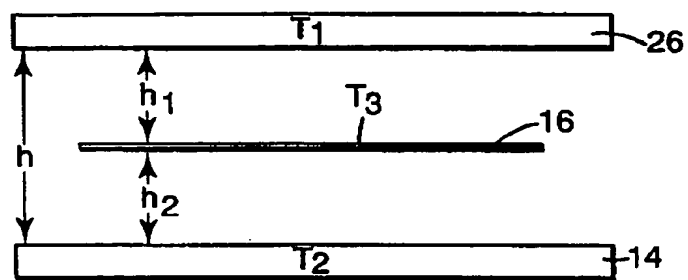


Fig. 15

【図 16】

**Fig. 16**



## 【國際調查報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int ional Application No

PCT/US 96/14435

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
IPC 6	F26B13/10	F26B3/20 F26B25/00
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
IPC 6 F26B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	GB,A.1 401 041 (KORES HOLDING ZUG A.G.) 16 July 1975 cited in the application see the whole document ---	1-3,7,8, 12,13
Y	BE,A.464 050 (TECHNISCHE PHYSIK A.G.) 1946 see the whole document ---	1-3,7,8, 12,13
A	DE,A.26 57 041 (OY TAMPELLA AB) 14 July 1977 see the whole document ---	1,6,7,9, 11
A	DE,A.40 09 797 (PAGENDARM GMBH) 2 October 1991 cited in the application see the whole document ---	1,7
-/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
13 November 1996		19.11.96
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Silvis, H

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In: International Application No  
PCT/US 96/14435

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE,C,421 890 (FIRMA DEUTSCHE GAS-GLÜHLICHT-AUER-GESELLSCHAFT M.B.H.) 16 December 1925 see the whole document ---	3-5,9, 10,13
A	US,A,4 365 423 (ARTER ET AL) 28 December 1982 cited in the application see the whole document ---	6,9,11
A	AT,A,358 916 (OY TAMPELLA AB) 10 October 1980 ---	
A	GB,A,2 079 914 (OY TAMPELLA AB) 27 January 1982 ---	
A	GB,A,2 094 962 (OY TAMPELLA AB) 22 September 1982 -----	

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/US 96/14435

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
GB-A-1401041	16-07-75	AT-A-	321257	25-03-75
		BE-A-	784038	18-09-72
		CA-A-	948399	04-06-74
		CH-A-	543717	14-12-73
		DE-A-	2224243	07-12-72
		FR-A-	2138945	05-01-73
		NL-A-	7207203	28-11-72
		SE-B-	373754	17-02-75
-----				
BE-A-464050		NONE		
-----				
DE-A-2657041	14-07-77	CA-A-	1068103	18-12-79
		GB-A-	1502040	22-02-78
		JP-C-	1078254	25-12-81
		JP-A-	52085507	15-07-77
		JP-B-	56021879	21-05-81
		SE-B-	419661	17-08-81
		SE-A-	7613800	27-12-76
		SE-B-	443384	24-02-86
		SE-A-	7901491	20-02-79
		US-A-	4112586	12-09-78
-----				
DE-A-4009797	02-10-91	CH-A-	686289	29-02-96
		FR-A-	2660208	04-10-91
		GB-A, B	2242509	02-10-91
		IT-B-	1245562	29-09-94
		US-A-	5168639	08-12-92
-----				
DE-C-421890		NONE		
-----				
US-A-4365423	28-12-82	EP-A-	0074405	23-03-83
		WO-A-	8203450	14-10-82
-----				
AT-A-358916	10-10-80	NONE		
-----				
GB-A-2079914	27-01-82	CA-A-	1149210	05-07-83
		DE-A-	3115597	05-08-82
		SE-B-	449880	25-05-87
		SE-A-	8102619	26-10-81
-----				

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No  
PCT/US 96/14435

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB-A-2094962	22-09-82	CA-A- 1170036	03-07-84
		DE-A- 3203571	14-10-82
		JP-B- 1056198	29-11-89
		JP-C- 1569340	10-07-90
		JP-A- 57154492	24-09-82
		SE-B- 454364	25-04-88
		SE-A- 8200970	20-08-82
		US-A- 4461095	24-07-84
-----			

---

フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(KE, LS, MW, SD, SZ, UG), UA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AL, AM, AT, AU, AZ, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, UZ, VN